

**SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT AND MANUFACTURING METHOD THEREOF**

**Publication Number:** 2002-246579 (JP 2002246579 A) , August 30, 2002

**Inventors:**

- YOTSUYA SHINICHI

**Applicants**

- SEIKO EPSON CORP

**Application Number:** 2001-038888 (JP 200138888) , February 15, 2001

**International Class:**

- H01L-027/146
- H01L-021/02
- H01L-021/20
- H01L-027/14
- H01L-031/0232
- H04N-005/335

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing a structure of an in-layer micro lens which improves insufficient sensitivity of a CMOS photosensor. **SOLUTION:** After a light shielding film is formed, a resist patterning is performed to form an opening part. The light shielding film is patterned by dry-etching, and an interlayer insulating film just below it is dry-etched up to just above a photoelectric conversion element to form a non-through hole. Then, the resist is removed, and the hole is filled with a material having a refractive index higher than the interlayer insulating film and flattened. A color filter layer is formed over it, thus a color filter layer is provided. **COPYRIGHT:** (C)2002,JPO

**JAPIO**

© 2005 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 7378079

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-246579

(P 2002-246579 A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002. 8. 30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L	27/146	H 0 1 L	21/02 B 4M118
	21/02		21/20 5C024
	21/20	H 0 4 N	5/335 E 5F052
	27/14		U 5F088
	31/0232	H 0 1 L	27/14 A
審査請求	未請求	請求項の数 8	O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-38888 (P2001-38888)

(22) 出願日 平成13年2月15日 (2001. 2. 15)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 四谷 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコー

エプソン株式会社内

(74) 代理人 100095728

弁理士 上柳 雅彦 (外1名)

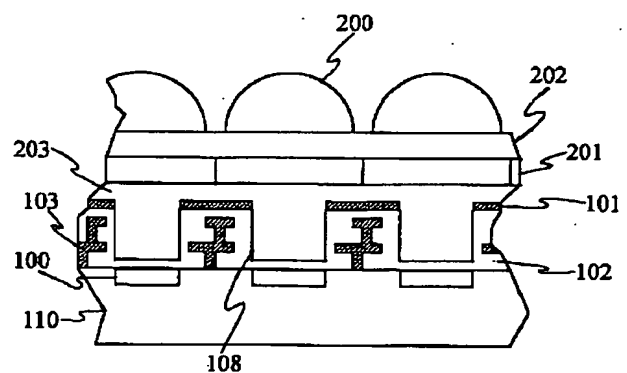
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 CMOS 光センサーの感度不足を解消する層内マイクロレンズの構造とその製造方法を提供する。

【解決手段】 固体撮像素子の製造方法は、遮光膜成膜後に、開口部を形成するためにレジストパターンニングを行い、遮光膜をドライエッチングにてパターンニングし、その直下の層間絶縁膜を光電変換素子直上付近までドライエッチングを行ない未貫通穴を形成した後、前記レジストを除去し、前記穴に層間絶縁膜の屈折率より高い屈折率を有する物質で充填した後、平坦化処理を行い、その上にカラーフィルタ層を形成し、カラーフィルタ層を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子において、前記遮光膜に形成された開口部に、前記層間絶縁膜の屈折率より高い屈折率を有する透明材料が充填されてなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記透明材料が窒化シリコンである事を特徴とする固体撮像素子。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記透明材料が光硬化性樹脂である事を特徴とする固体撮像素子。

【請求項 4】 シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子の製造方法において、(a)遮光膜成膜後に、開口部を形成するためにレジストパターンニングを行い、(b)遮光膜をパターンニングし、(c)前記層間絶縁膜を光電変換素子直上付近までドライエッチングを行ない穴を形成した後、前記レジストを除去し、(d)前記穴に前記層間絶縁膜の屈折率より高い屈折率を有する透明材料で充填した後、前記層間絶縁膜の平坦化処理を行う事を特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の固体撮像素子の製造方法において、前記透明材料は光硬化性樹脂からなり、前記平坦化処理は、不活性化処理を行ったガラス基板を前記光効果性樹脂と貼り合わせ、前記ガラス基板を介して前記光硬化性樹脂に光を照射して前記光硬化性樹脂の硬化処理を行い、前記ガラス基板を引き剥がす事により行うこと特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の固体撮像素子の製造方法において、前記ガラス基板と前記光硬化性樹脂とを貼りあわせをする時の雰囲気減圧雰囲気で行うことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 7】 シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子において、前記遮光膜と、前記遮光膜に形成された開口部の下に設けられた穴の側面及び底面にシリコン窒化膜が形成されてなる事を特徴とする固体撮像素子。

【請求項 8】 シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイ

ッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子の製造方法であって、(a)前記遮光膜成膜後に、開口部を形成するためにレジストパターンニングを行い、(b)前記遮光膜をドライエッチングにてパターンニングし、(c)前記開口部の下の前記層間絶縁膜を光電変換素子直上付近までドライエッチングを行なって穴を形成した後、前記レジストを除去し、(d)前記遮光膜、前記穴の側壁と底部にシリコン窒化膜を成膜し、(e)前記シリコン窒化膜より屈折率の低い透明材料を塗布して平坦化処理を行う、事を特徴とする固体撮像素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年のデジタルカメラや携帯型情報端末の普及とともに、固体撮像素子の需要は急速に拡大しつつある。これに伴い、より低価格で高分解能かつ低消費電力な固体撮像素子の需要が高まっている。特に低消費電力な固体撮像素子として、CMOS型固体撮像素子は「CCDカメラ技術入門（竹村祐夫著、コロナ社刊）」の37ページ11行目から40ページ20行目までに記載されているように、従来の電荷転送素子を用いたCCD型撮像素子よりもCMOSトランジスタにより電荷を増幅・転送する撮像素子の方が消費電力に対し優れているため、非常に注目されている方式である。

【0003】また、この素子はCMOSのトランジスタで構成されているため、従来の半導体の工場で試作・製造できるので設備投資も少なく、さらにチップ内部に画像処理用プロセッサも同時に形成できるなど設計柔軟性も十分にあるため、近年非常に盛んに開発されている素子でもある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このCMOSのトランジスタにより電荷を転送する撮像素子の場合、図8に示す様に、光電変換素子100と遮光膜101の間に存在する層間絶縁膜102の中に多層の配線103が存在する。そのため、光電変換素子100と遮光膜101の間隔が大きくなり、斜めに入射する光は表面に形成されたマイクロレンズアレイ200で集光しても、光電変換素子の範囲外にて集光してしまうので、効率の悪い、感度の低い撮像素子になってしまう恐れがあった。

【0005】また、光電変換素子の範囲外で集光した光が隣接した光電変換素子へ入射する事により、本来単色であるはずの部分に違う色が混じるという色モアレ等も多いのでコントラストの低い画像しか得られないと言う課題もある。この課題を解決する従来の方法として、株

式会社インプレスコミュニケーションズ刊“デジタルカメラ・マガジン” vol. 15, 2000年の96ページから98ページに書かれているカラーフィルターと遮光膜の間に層内レンズと呼ばれるマイクロレンズを入れ、2つの凸レンズで集光する手段がある。

【0006】この方法でも集光力は高められ、感度向上は期待できるが、極端に斜めから入射した光は、完全に該当の光電変換素子へ導く事はできないので、色モアレは改良されるものの完全に除去できるものではない。

【0007】本発明は上記従来の欠点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、マイクロレンズ200にて集光し、遮光膜101に導入された光はすべて光電変換素子へ導入する層内マイクロレンズアレイの構造とその製造方法を提供するところにある。

【0008】

【課題を解決しようとする手段】本発明の固体撮像素子は、シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子において、前記遮光膜に形成された開口部に、前記層間絶縁膜の屈折率より高い屈折率を有する透明材料が充填されてなることを特徴とする。また、前記透明材料が窒化シリコンである事、また、前記透明材料が光硬化性樹脂である事を特徴とする。

【0009】また、本発明の固体撮像素子の製造方法は、シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子の製造方法において、(a)遮光膜成膜後に、開口部を形成するためにレジストパターンニングを行い、(b)遮光膜をパターンニングし、(c)前記層間絶縁膜を光電変換素子直上付近までドライエッチングを行ない穴を形成した後、前記レジストを除去し、(d)前記穴に前記層間絶縁膜の屈折率より高い屈折率を有する透明材料で充填した後、前記層間絶縁膜の平坦化処理を行う事を特徴とする。

【0010】更に、前記透明材料は光硬化性樹脂からなり、前記平坦化処理は、不活性化処理を行ったガラス基板を前記光効果性樹脂と貼り合わせ、前記ガラス基板を介して前記光硬化性樹脂に光を照射して前記光硬化性樹脂の硬化処理を行い、前記ガラス基板を引き剥がす事により行うこと特徴とする。

【0011】更に、前記ガラス基板と前記光硬化性樹脂とを貼りあわせをする時の雰囲気減圧雰囲気で行うことを特徴とする。

【0012】また、本発明の固体撮像素子は、シリコン

基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子において、前記遮光膜と、前記遮光膜に形成された開口部の下に設けられた穴の側面及び底面にシリコン窒化膜が形成されてなる事を特徴とする。

【0013】更に、シリコン基板にマトリクス状に設けられた複数の光電変換素子を有し、該光電変換素子に隣接してスイッチング素子及び配線が形成されてなり、該スイッチング素子及び該配線の上に遮光膜が形成されてなり、前記配線と前記遮光膜との間に層間絶縁膜が形成されてなる固体撮像素子の製造方法であって、(a)前記遮光膜成膜後に、開口部を形成するためにレジストパターンニングを行い、(b)前記遮光膜をドライエッチングにてパターンニングし、(c)前記開口部の下の前記層間絶縁膜を光電変換素子直上付近までドライエッチングを行なって穴を形成した後、前記レジストを除去し、(d)前記遮光膜、前記穴の側壁と底部にシリコン窒化膜を成膜し、(e)前記シリコン窒化膜より屈折率の低い透明材料を塗布して平坦化処理を行う、事を特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に発明の実施の形態を図面を用いて、詳細に説明する。

【0015】(実施例1)図1は本発明の固体撮像素子としてのマイクロレンズアレイの構造を説明する断面図である。遮光膜101と光電変換素子100との間に層間絶縁膜102が存在しており、この中で遮光膜101の下にAl合金の配線103が埋め込まれている。実際には層間絶縁膜102には、酸化シリコン膜が用いられる事が多い。一方、遮光膜101の開口部の下のSi基板110内に光電変換素子100が形成されている。その光電変換素子100の直上と遮光膜101の開口部の間には層間絶縁膜102に未貫通穴108が形成されておりその未貫通穴108には層間絶縁膜102よりも高い屈折率を有する透明材料203が充填されている。そしてこの部分が本発明の層内マイクロレンズになる、そしてその透明材料203の表面は平坦化が施されている。

【0016】この透明材料203には屈折率が層間絶縁膜102よりも十分高い必要があるため、シリコン窒化膜やアクリル系またはエポキシ系の高屈折率樹脂等が望ましい。

【0017】特にシリコン窒化膜は屈折率(nD)が1.9ないし2.0と非常に高く、また半導体では汎用的に用いる薄膜であるため、プロセス的にも導入が非常に容易な材料として好適である。

【0018】さら透明材料203の上に各画素の色に対応するカラーフィルター201が形成され、その上に平

坦化樹脂 202 の層があり、最上部にマイクロレンズ 200 が形成されている。

【0019】以上、図 1 を用いて本発明の層内マイクロレンズアレイの構造を説明した。

【0020】次に、本発明の層内マイクロレンズの集光原理について説明する。本発明の層内マイクロレンズは全反射現象を応用して集光を行っている。すなわち図 2 に示すように、屈折率  $n_2$  の物質から屈折率  $n_1$  の物質に光が  $Q$  の角度をもって進んできたとき、 $Q$  の角度が、 $n_2 > n_1$

の場合において、

$$\sin Q_0 = n_1 / n_2$$

を満たす  $Q_0$  の角度より大きいとき、進んできた光は界面において、反射する事を利用しているのである。

【0021】このことを利用すると、図 3 (a) に示すように光軸に平行に入る光だけでなく、図 3 (b) に示\*

\*すような従来では取りこぼしていた斜めから入って来る光もほとんど光電変換素子 100 に導き入れることができるので、マイクロレンズ 200 の効果を非常に高めることになる。従って、ほぼ画素面積で集光できる光の理論値に極めて近い値の光を集光でき、感度が高く、ノイズの少ない撮像素子を容易に提供する事が出来る。

【0022】また、この未貫通穴 108 に入射した光は全反射現象により、ほぼ該当光電変換素子に入射するので、隣接する光電変換素子に入射する事が無く色モアレの発生も無い。

【0023】実際に、この構造の層内マイクロレンズアレイを形成し、表面層にはマイクロレンズ 200 を一般的な感光性樹脂のフォトリソグラフィと熱溶融により形成し評価した結果を表 1 に示す。

【0024】

【表 1】

	感度比	実効開口率 (%)	色モアレの有無
層内マイクロレンズアレイなし	1.00	51.4	有り
本発明の層内マイクロレンズアレイ	1.60	82.3	無し

注)感度比は層内マイクロレンズアレイなしを 1 とした。

表 1 では、本発明の層内マイクロレンズアレイを形成していない場合を 1 とすると、本発明のマイクロレンズアレイでは 1.6 倍まで向上している事が解る

【0025】(実施例 2) 次に本発明の層内マイクロレンズの製造方法について説明する。図 4 は本発明の層内マイクロレンズの製造方法を説明する図である。この図を用いて説明する。

【0026】最初に、図 4 の (a) に示す様に半導体プロセスにより、Si 基板 110 内に光電変換素子 100 と電荷を増幅・転送制御するためのトランジスタ (図示は省略している。) を形成した後、層間絶縁膜 102 と配線 103 を形成し、平坦化処理の後に遮光膜 101 となる Al 合金膜 106 を  $0.8 \mu\text{m}$  の膜厚で成膜する。

【0027】次に Al 合金膜 106 に開口部を形成するためにフォトリソグラフィを用いて遮光膜レジストパターン 107 を形成し、このレジストパターン 107 をマスクにして Al 合金をエッチングし遮光膜パターン 101 を形成し、図 4 の (b) の形態にする。この時、Al 膜エッチングガスは塩素系ガスをを用いた反応性イオンエッチングを行った。反応性イオンエッチング法により異方性エッチングが出来るため、レジストパターン 107 と Al 合金膜 106 で形成できたパターンとの寸法変換差がほぼゼロになり、非常に精度の高い開口部が形成できる。

【0028】さらに、図 4 (c) に示す様に、レジストパターン 107 をマスクにして、膜厚  $3.8 \mu\text{m}$  の層間

絶縁膜 102 を光電変換素子 100 に達するまでエッチングして未貫通穴 108 を形成する。この未貫通穴 108 はエッチングガスに  $\text{CHF}_3$  を用いて反応性イオンエッチング方式によりエッチングを行なって形成される。こうすることにより異方性エッチングが出来るため、表面に対して垂直な側壁を持つ穴を形成できる。

【0029】その後、レジストパターン 107 を酸素プラズマにより除去した後、透明材料 203 を穴 108 が完全に埋まるまで成膜する。具体的には、モノシランガスとアンモニアガス、窒素ガスを材料にしてプラズマ CVD を用いて窒化シリコン膜を  $4 \mu\text{m}$  の膜厚で成膜する事により形成できる。

【0030】さらにこの透明材料 203 の表面を化学的機械研磨法 (CMP) により図 4 の (d) のように平坦化を行う。

【0031】もちろん、レジストと反応性イオンエッチングによるエッチバック法により平坦化を行っても良い。

【0032】この後、図 4 の (e) に示すようにカラーフィルター 201 を顔料レジストを用いてフォトリソグラフィを緑、赤、青の順で繰り返し形成した。

【0033】さらに、この上に、平坦化樹脂 202 を塗布し、高温ベークして平坦な表面を形成した。その後、マイクロレンズアレイ 200 になるべき感光性樹脂を塗布し、画素をパターンニングした。

【0034】そして高温ベークすることにより画素パターンをリフローさせ、マイクロレンズアレイ 200 の形

状を形成し図 4 (f) に示す構造になる。

【0035】最後に図には示していないが、電極パッドの部分の樹脂をフォトリソとドライエッチングにより露出させ、配線を行い撮像素子の完成である。

【0036】この撮像素子は 150 万画素であり、画素は 5  $\mu$ m ピッチで形成されており、従来の製造方法と比べて歩留まり低下もほとんどなく、非常に生産性が高い事が分かった。

【0037】さらにこの撮像素子に光を当て、感度及び S/N 比を調査すると従来の撮像素子の感度に比べ 1.64 倍の性能向上が認められ、S/N も非常に高いことも確認された。

【0038】(実施例 3) 実施例 2 においては透明材料 203 を窒化シリコン膜を使用した場合の製造方法について述べた。今度は光硬化性高屈折率樹脂を用いる事により CMP 等の高価な装置を用いなくて、安価な設備投資で形成出来る製造方法を提供する。

【0039】図 5 は本発明の層内マイクロレンズの製造方法を説明する図である。この図を用いて説明する。

【0040】最初に、図 5 の (a) に示す様に半導体プロセスにより、Si 基板 110 内に光電変換素子 100 と電荷を増幅・転送制御するためのトランジスタ 105 を形成した後、層間絶縁膜 102 配線を形成し、平坦化処理の後に遮光膜 101 となる Al 合金膜 106 を 0.8  $\mu$ m の膜厚で成膜する。

【0041】次に Al 合金膜 106 に開口部を形成するためにフォトリソグラフィを用いてレジストパターン 107 する。このレジストパターン 107 をマスクにして、Al 合金をエッチングし図 6 の (b) に示すごとく遮光膜 101 を形成した。この時、エッチングガスは塩素ガスを用いた反応性イオンエッチングを行った。反応性イオンエッチングを行う事により異方性エッチングが出来るため、レジストパターン 107 と Al 合金膜 106 との寸法変換差がほぼゼロになり、非常に精度の高い開口部が形成できる。

【0042】さらに、図 5 (c) に示す様に、レジストパターン 107 をマスクにして、膜厚 3.8  $\mu$ m の層間絶縁膜 102 を光電変換素子 100 に達するまでエッチングして穴 108 を形成する。この穴 108 はエッチングガスに C4F8 を用いて反応性イオンエッチング方式により形成される。こうすることにより異方性エッチングが出来るため、表面に対して垂直な側壁を持つ穴を形成できる。

【0043】その後、レジストパターン 107 を酸素プラズマにより除去した後、屈折率が 1.56 以上の紫外線硬化型のアクリル系光学樹脂 205 をディスペンサーにより塗布する。一方、Si ウェハと同じ大きさの表面が鏡面に研磨された石英基板 206 の表面にテフロン (登録商標) の蒸着等の不活性処理を施す。その後、この石英基板 206 と Si 基板 110 を貼り合わせる。

【0044】図 6 は石英基板 206 と Si 基板 110 を貼り合わせる装置の構造図である。

【0045】この装置のチャンバー 302 には真空ポンプ 307 が接続されており、チャンバー内部を真空にすることができる。

【0046】この装置ではチャンバー 302 内部に昇降機構のついたテーブル 300 があり、チャンバー 302 の天板 304 は真空でも壊まないくらい厚くした石英で製造されている。

【0047】この天板 304 に Si 基板 110 と石英基板 206 を貼り合わせた基板を押し付けて接着剤 205 の膜厚を均一にするのである。

【0048】その天板 304 の上には紫外線ランプ 305 が配置してあり、真空中で UV 硬化させることができるのである。

【0049】テーブル 300 に Si 基板 110 を乗せ、その上のアーム 301 の上に前記石英基板 206 を置く、その後、真空ポンプ 307 でこのチャンバー 302 内部を真空にした後、テーブル 300 をゆっくり上昇させて石英基板 206 と Si 基板 110 を静かに接触した後、チャンバー上部にある天板 304 に押し付ける。この天板は厚い石英ガラスでできているため、上部にある紫外線ランプの紫外線は透過する性質をもつ。紫外線紫外線硬化型アクリル系光学接着剤 205 の膜厚が均一になるまでしばらく放置した後に、紫外線ランプ 305 を発光させて、紫外線硬化型アクリル系光学接着剤 205 を硬化させる。

【0050】このようにして、図 5 の (d) の様に硬化させる。この時、石英基板 206 は不活性処理を行っているため、石英基板 206 と Si 基板の間の密着性はほとんどないため、少量の力で引き剥がす事が出来る。従って、石英基板を引き剥がすと図 5 の (e) のように平坦な表面を持った光学樹脂層 205 が高価な CMP を必要とせずに形成できる。

【0051】この後、この上部にカラーフィルター 201 を顔料レジストを用いてフォトリソグラフィを繰り返してにより緑、赤、青の順で形成した。

【0052】さらに、この上に平坦化樹脂を塗布し、高温ベークして平坦な表面を形成し、マイクロレンズアレイ 200 になるべき感光性樹脂を塗布し画素をパターンニングした。そして、高温ベークすることにより画素パターンをリフローさせ、マイクロレンズアレイ 200 の形状を形成し図 5 (f) に示す構造になる。

【0053】最後に図には示していないが、電極パッドの部分の樹脂をフォトリソとドライエッチングにより露出させ、配線を行い撮像素子の完成である。

【0054】この撮像素子も同様に 150 万画素であり、画素は 5  $\mu$ m ピッチで形成されており、従来の製造方法と比べて歩留まり低下もほとんどなく、非常に生産性が高い事が分かった。

【0055】さらにこの撮像素子に光を当て、感度及びS/N比を調査すると従来の撮像素子の感度に比べ1.63倍の性能向上が認められS/Nも非常に高いことも確認された。

【0056】（実施例4）次に、本発明において、実施例2の製造方法に示す高アスペクトの未貫通穴をシリコン窒化膜の製膜で埋めるためには高密度プラズマCVDを使用する必要があるが、それを使用することなく、また、高価でプロセス管理の難しいCMPを使用することなく本発明の効果を有する層内マイクロレンズアレイの製造方法を提供する。

【0057】図7は本発明の層内マイクロレンズアレイの第3の製造方法を説明する図である。

【0058】この図を用いて説明する。最初に、図7の(a)に示す様に半導体プロセスにより、Si基板110内に光電変換素子100と電荷を増幅・転送制御するためのトランジスタ（図示は省略している。）を形成した後、層間絶縁膜102と配線103を形成し、平坦化処理の後に遮光膜101となるAl合金膜106を0.8μmの膜厚で成膜する。

【0059】次にAl合金膜106に開口部を形成するためにフォトリソグラフィを用いて遮光膜レジストパターン107を形成し、このレジストパターン107をマスクにしてAl合金をエッチングし遮光膜パターン101を形成し、図7の(b)の形態にする。この時、Al膜エッチングガスは塩素系ガスをを用いた反応性イオンエッチングを行った。反応性イオンエッチング法により異方性エッチングが出来るため、レジストパターン107とAl合金膜106で形成できたパターンとの寸法変換差がほぼゼロになり、非常に精度の高い開口部が形成できる。

【0060】さらに、図4(c)に示す様に、レジストパターン107をマスクにして、膜厚3.8ミクロンの層間絶縁膜102を光電変換素子100に達するまでエッチングして穴108を形成する。この穴108はエッチングガスにCHF<sub>3</sub>を用いて反応性イオンエッチング方式によりエッチングを行なって形成される。こうすることにより異方性エッチングが出来るため、表面に対して垂直な側壁を持つ未貫通穴108を形成できる。その後、レジストパターン107を酸素プラズマにより除去する。

【0061】続いて、プラズマCVDを用いて、窒化シリコン膜を製膜する。製膜の膜厚は0.2ミクロン以上が望ましい。0.2ミクロン以上であれば、図7(d)に示すように未貫通穴108の側壁および底面に一応に窒化シリコン膜207で被覆されるからである。

【0062】次に、図7(e)に示すようにプラズマCVDを用いて、酸化シリコン膜208を製膜した後に、さらにスピコート法によりSOG209を付与して平坦化を行う。もちろん、レジストと反応性イオンエッチ

ングによるエッチバック法により平坦化を行っても良い。

【0063】この後、カラーフィルター201を顔料レジストを用いてフォトリソグラフィを緑、赤、青の順で繰り返し形成した後に、平坦化樹脂202を塗布し、高温ベークして平坦な表面を形成した。その後、マイクロレンズアレイ200になるべき感光性樹脂を塗布し、画素をパターンニングした。

【0064】そして高温ベークすることにより画素パターンをリフローさせ、マイクロレンズアレイ200の形状を形成し図7(f)に示す構造になる。

【0065】最後に図には示していないが、電極パッドの部分の樹脂をフォトリソとドライエッチングにより露出させ、配線を行い撮像素子の完成である。

【0066】この撮像素子は200万画素であり、画素は4.2μmピッチで形成されており、従来の製造方法と比べて歩留まり低下もほとんどなく、非常に生産性が高い事が分かった。

【0067】さらにこの撮像素子に光を当て、感度及びS/N比を調査すると従来の撮像素子の感度に比べ1.70倍の性能向上が認められ、S/Nも非常に高いことも確認された。

【0068】このように、本実施例を用いると、特殊な高密度プラズマCVDやCMP等の高価な装置の導入なく、既存の半導体設備で本発明の層内マイクロレンズアレイを製造することができるため、設備投資がない上、高い感度を有するCMOS光センサーを容易に低コストで製造することができる。

【0069】

【発明の効果】以上説明した本発明の効果は下記のとおりである。従来の製造設備を用いて、マイクロレンズにて集光し、遮光膜の開口部に導入された光はすべて光電変換素子へ導入するため、入射した光はほとんど利用され、非常に感度が良く、色モアレの無い撮像デバイスを容易にしかも安価に製造する事が出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す層内マイクロレンズの断面構造図である。

【図2】本発明の原理となる全反射現象を説明する図である。

【図3】本発明の層内マイクロレンズの効果の説明図である。

【図4】本発明の第2の実施例を示す層内マイクロレンズの製造方法の説明図である。

【図5】本発明の第3の実施例を示す層内マイクロレンズの製造方法の説明図である。

【図6】本発明の第3の実施例を実現するために必要な真空接着装置の構造を示す断面図である。

【図7】本発明の第4の実施例を示す層内マイクロレンズの製造方法の説明図である。

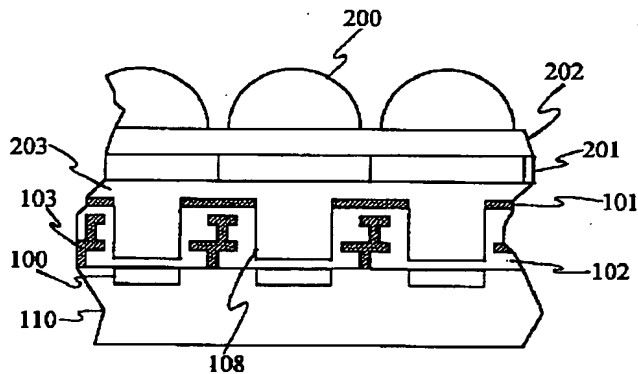
【図 8】従来の撮像素子の構造を説明する図である。

【符号の説明】

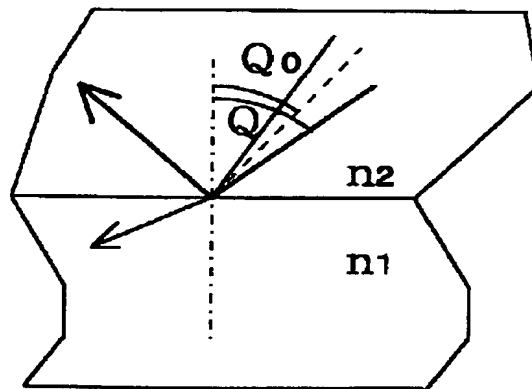
100 光電変換素子  
101 遮光膜  
102 層間絶縁膜  
103 配線  
106 Al 膜  
107 レジストパターン  
108 未貫通穴  
110 シリコン基板  
200 マイクロレンズアレイ  
201 カラーフィルター  
202 平坦化膜

203 透明材料  
205 光学接着剤  
206 石英基板  
207 窒化シリコン膜  
208 酸化シリコン膜  
209 SOG 膜  
300 テーブル  
301 アーム  
302 チャンバー  
304 天板  
305 紫外線ランプ  
307 真空ポンプ

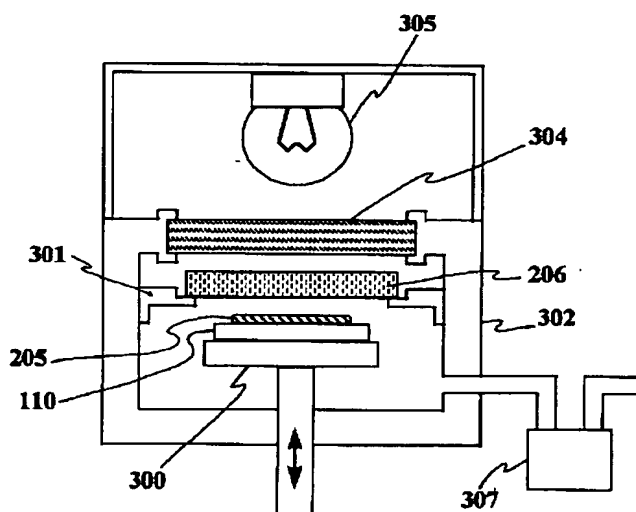
【図 1】



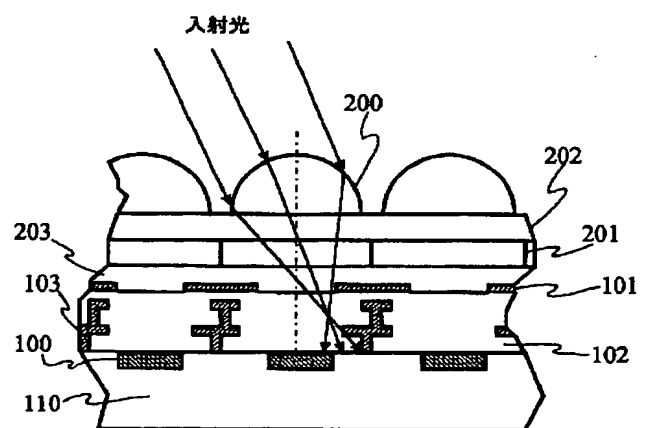
【図 2】



【図 6】

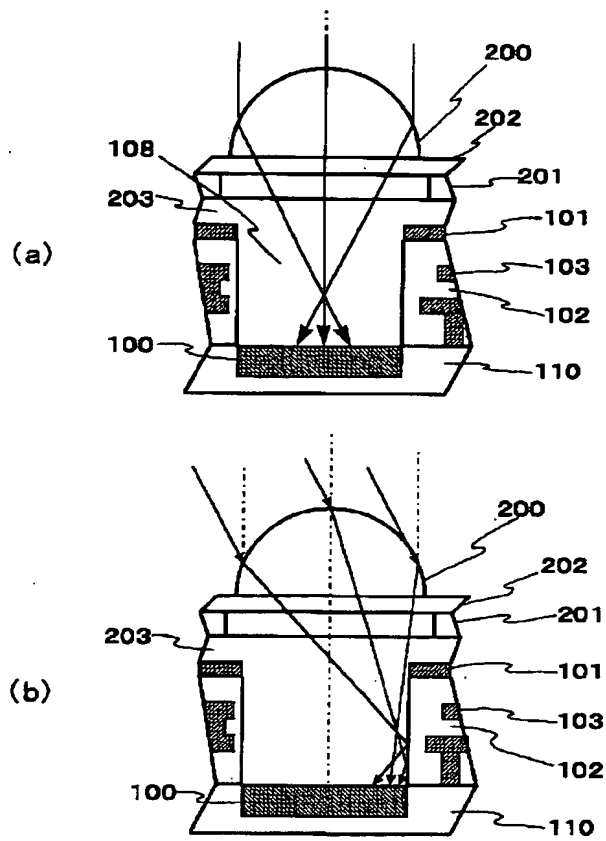


【図 8】

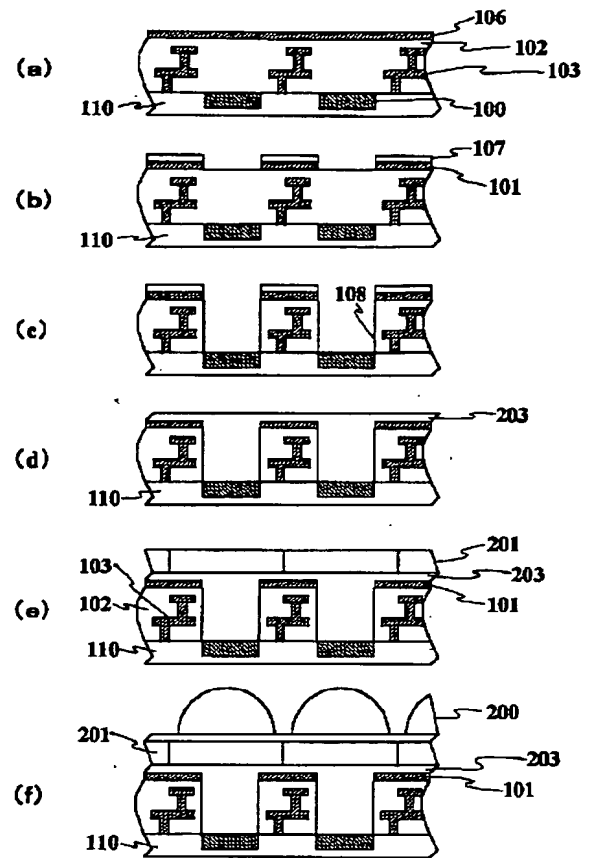




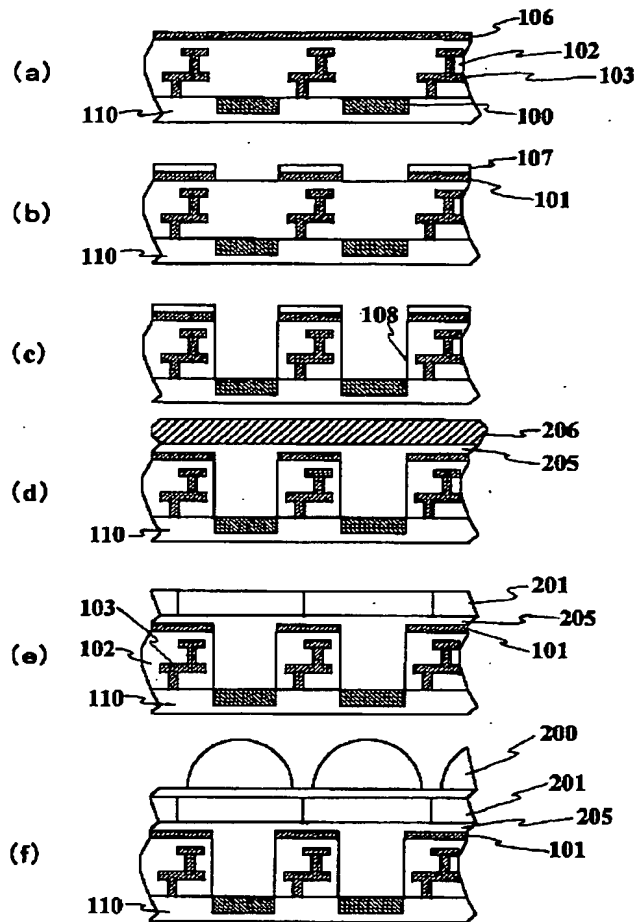
【図 3】



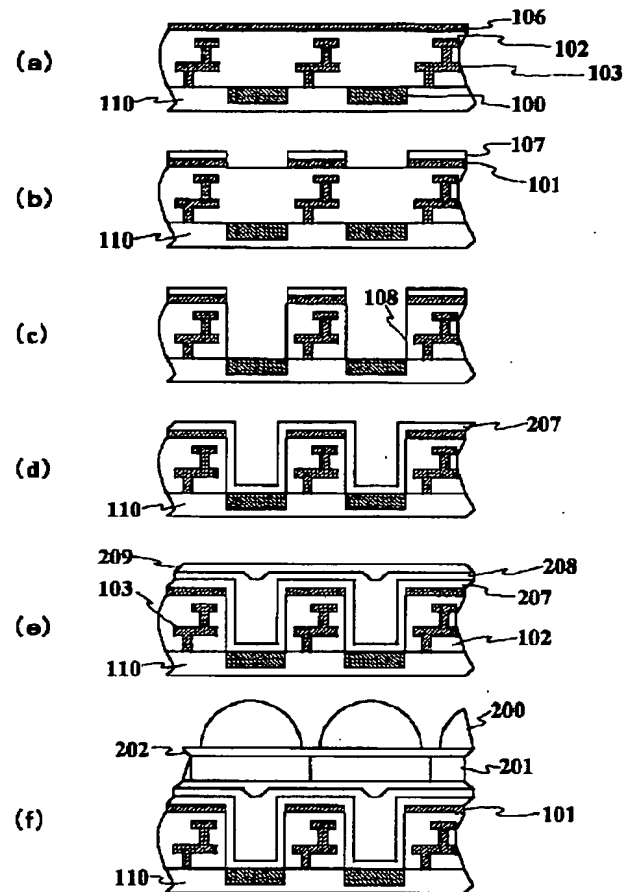
【図 4】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H04N 5/335

識別記号

F I

H01L 27/14

31/02

テーマコード (参考)

D

D

Fターム (参考) 4M118 AA01 AA05 AA10 AB01 BA14  
 CA03 CA40 CB14 EA01 FA06  
 GA09 GB11 GC08 GD04  
 5C024 CX41 CY47 CY48 CY49 EX43  
 EX52 GX03 GY31  
 5F052 KB06  
 5F088 BA01 BB03 EA04 HA10 HA20